

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-255342

(43)Date of publication of application : 01.10.1996

(51)Int.Cl. G11B 5/84  
H01F 41/22

(21)Application number : 07-059012

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 17.03.1995

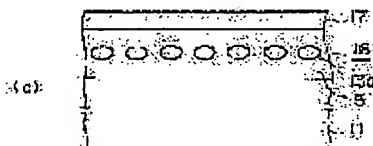
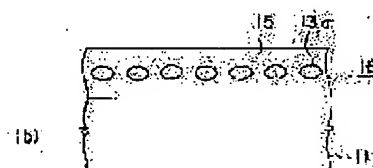
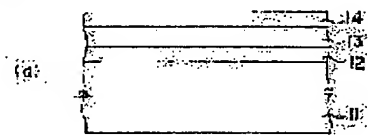
(72)Inventor : KAIZU KATSUTAKE  
OKAMOTO IWAO  
SHINOHARA MASAKI

## (54) PRODUCTION OF MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the thickness of a recording layer as well as to suppress magnetic interaction between grains of a ferromagnetic substance in the recording layer by isolating the grains from each other and to ensure necessary magnetic characteristics with respect to coercive force, residual magnetic flux density, etc.

CONSTITUTION: A nonmagnetic film 12, a ferromagnetic film 13 and a nonmagnetic film 14 are successively laminated on a nonmagnetic substrate 11 and the films are heated to form a recording layer 16 contg. grains 13a of a ferromagnetic substance in a nonmagnetic film 15.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-255342

(43) 公開日 平成8年(1996)10月1日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/84		7303-5D	G 1 1 B 5/84	Z
H 0 1 F 41/22			H 0 1 F 41/22	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-59012

(22) 出願日 平成7年(1995)3月17日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 貝津 功剛

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 岡本 巖

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 篠原 正喜

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

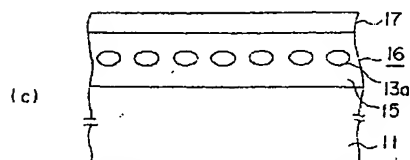
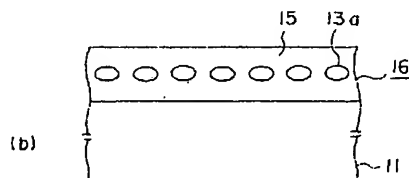
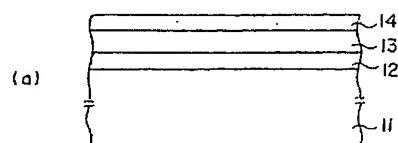
(74) 代理人 弁理士 岡本 啓三

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 低ノイズで高出力の磁気記録媒体の製造方法に関し、記録層中の強磁性体の結晶粒を相互に孤立化させてこれらの間の磁気的な相互作用を抑制するとともに、記録層の膜厚を薄くし、かつ保磁力や残留磁束密度等について必要な磁気特性を得る。

【構成】 非磁性基板11上に非磁性膜12と強磁性膜13と非磁性膜14とを順に積層した後、加熱処理し、非磁性膜15中に強磁性体の結晶粒13aが分散した記録層16を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性基板上に非磁性膜と強磁性膜と非磁性膜とを順に積層した後、加熱処理し、非磁性膜中に強磁性体の結晶粒が分散した記録層を形成することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項2】 前記加熱処理の温度を400℃以上とすることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項3】 前記非磁性膜中における前記強磁性体の結晶粒の固溶度は常温で5%以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項4】 成膜された前記記録層の残留磁化と膜厚の積は、100 Gauss・μm以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項5】 前記非磁性膜として金属、酸化物、窒化物、炭素又は炭化物を用い、前記強磁性膜としてコバルト又はコバルトを主成分とする合金を用いることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項6】 前記金属は、銀又は銅であることを特徴とする請求項5記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項7】 前記酸化物は、シリコン酸化物またはジルコニウム酸化物であることを特徴とする請求項5記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項8】 前記窒化物は、窒化チタン又はシリコン窒化物であることを特徴とする請求項5記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項9】 前記コバルトを主成分とする合金は、 $\text{CoA Cr}_{100-\text{A}}$  (Aは90以上)、 $\text{CoA Pt}_{100-\text{A}}$  (Aは70以上又は40~50) 又は  $\text{CoA Sm}_{100-\text{A}}$  (Aは83.3又は89.5) のうちいずれか一つであることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項10】 前記非磁性基板は、シリコン又は炭素であることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気記録媒体の製造方法に関し、より詳しくは、低ノイズで高出力の磁気記録媒体の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 情報処理装置の外部記憶装置として用いられる磁気記録装置では、情報量の増加に伴ってますます記録密度の向上が要求されている。従来より用いられている磁気記録媒体では記録密度を高くすると、S/N比が低下してしまう。即ち、再生出力が低下し、ノイズが増加してしまう。

【0003】 更に、磁気抵抗効果型MRヘッドの実用化により再生ヘッドのS/N比が飛躍的に向上したため、これまであまり目立たなかった磁気記録媒体のノイズが磁気ディスク装置の全ノイズの大半を占めるようになった。そのため、高いS/N比の磁気ディスク装置を得るため、高再生出力で、低ノイズの磁気記録媒体が要求されている。

【0004】 磁気記録媒体のノイズの発生原因のうち主なものは、磁化遷移領域の磁化のばらつきによる磁化遷移領域の境界の不明確さに起因するものであり、その不明確さは強磁性層を構成する強磁性体の結晶粒間の磁気的な相互作用に起因している。即ち、隣接する強磁性体の結晶粒同士の離間距離がばらついているためであると考えられる。

【0005】 磁気記録媒体のノイズの低減のためには、全ての隣接する強磁性体の結晶粒同士の間で一定以上の離間距離を保つようにしてこの強磁性体の結晶粒間の磁気的な相互作用を弱くすることが必要である。従来の磁気記録媒体の記録層は、クロム及びコバルトを基調とした3元或いは4元の合金層をスパッタリングにより作成した薄膜を用いるのが一般的である。その組成、作成条件によって強磁性部分と非磁性部分の偏析を促し、ノイズの低減を図っていた。

【0006】 図7に従来例に係る磁気記録媒体の構成を示す。図7に示すように、NiP膜を被覆したAl基板からなる非磁性基板1上に、クロム膜2と、 $\text{CoCr}_{12}\text{Ta}_2$ 膜からなる記録層3と、炭素膜からなる保護層4とが順に形成されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来記録層3として用いられるコバルト系合金は基本的に固溶系であるため、組成、作成条件によって偏析を促進させても、強磁性体の結晶粒を完全に孤立化させることは難しく、これらの間の磁気的な相互作用を断ち切ることは困難であった。

【0008】 また、強磁性層の形成方法として、特開昭59-42642号公報や特開昭59-220907号公報に記載されているように、銀や銅等の非磁性体とこの非磁性体に固溶しにくい強磁性体との2元又は3元の合金層をスパッタリングにより一度に作成した後、その薄膜を加熱処理して磁気記録媒体の記録層を形成する方法がある。これにより、高い保磁力が得られる。

【0009】 しかし、上記強磁性層は膜厚が厚く形成され、 $t \cdot B_r$ 積が2000以上と高くなると考えられる。このため、再生部に磁気抵抗効果型MRヘッドを用いた磁気記録装置において、磁気記録媒体の記録層としてこの強磁性層を用いる場合、感度の高い磁気抵抗効果型MRヘッドの性能とマッチせず、かえって再生出力の低下を招く。ところで、磁気抵抗効果型MRヘッドに適用される磁気記録媒体の  $t \cdot B_r$  積は150 Gauss・μm

以下、特に、 $100\text{ Gauss} \cdot \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0010】従って、上記の記録層の膜厚を薄くする必要があるが、上記のスパッタにより薄い膜厚の強磁性層を形成した場合、保磁力や残留磁束密度等について必要な磁気特性が得られないという問題があった。本発明は、上記の従来例の問題点に鑑みて創作されたものであり、記録層中の強磁性体の結晶粒を相互に孤立化させてこれらの間の磁気的な相互作用を抑制するとともに、記録層の膜厚を薄くし、かつ保磁力や残留磁束密度等について必要な磁気特性を得ることができる磁気記録媒体の製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題は、第1に、非磁性基板上に非磁性膜と強磁性膜と非磁性膜とを順に積層した後、加熱処理し、非磁性膜中に強磁性体の結晶粒が分散した記録層を形成することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第2に、前記加熱処理の温度を $400^\circ\text{C}$ 以上とすることを特徴とする第1の発明に記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第3に、前記非磁性膜中における前記強磁性体の結晶粒の固溶度は常温で5%以下であることを特徴とする第1又は第2の発明に記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第4に、成膜された前記記録層の残留磁化と膜厚の積は、 $100\text{ Gauss} \cdot \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする第1乃至第3の発明のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第5に、前記非磁性膜として金属、酸化物、窒化物、炭素又は炭化物を用い、前記強磁性膜としてコバルト又はコバルトを主成分とする合金を用いることを特徴とする第1乃至第4の発明のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第6に、前記金属は、銀又は銅であることを特徴とする第5の発明に記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第7に、前記酸化物は、シリコン酸化物またはジルコニウム酸化物であることを特徴とする第5の発明に記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第8に、前記窒化物は、窒化チタン又はシリコン窒化物であることを特徴とする第5の発明に記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第9に、前記コバルトを主成分とする合金は、 $\text{CoA Cr}_{100-\text{A}}$  (Aは90以上)、 $\text{CoA Pt}_{100-\text{A}}$  (Aは70以上又は40~50)又は $\text{CoA Sm}_{100-\text{A}}$  (Aは83.3又は89.5)のうちいずれか一つであることを特徴とする第1乃至第8の発明のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成され、第10に、前記非磁性基板は、シリコン又は炭素であることを特徴とする第1乃至第9の発明のいずれかに記載の磁気記録媒体の製造方法によって達成される。

【0012】

【作用】本発明の磁気記録媒体の製造方法においては、

記録層を形成するため、非磁性膜と強磁性膜と非磁性膜とをそれぞれ別々に成膜した後、加熱処理により非磁性膜中に強磁性体の結晶粒を分散させている。これにより、記録層中で全ての隣接する強磁性体の結晶粒同士が相互に磁気的な影響を及ぼしあわない程度に強磁性体の結晶粒を離間させることが可能となる。この場合、特に、強磁性体が殆ど固溶しない非磁性材料を用いると、その効果が顕著になる。

【0013】従って、磁気記録媒体の磁化分布を均一化して、磁気記録媒体の磁化遷移領域及びその周辺部の不均一な磁化分布に起因するノイズ特性を改善することができる。また、上記の製造方法により、薄い膜厚で、かつ十分な保磁力を有し、残留磁束密度と膜厚の積が $100\text{ Gauss} \cdot \mu\text{m}$ 以下となるような記録層を形成することが可能となるので、高感度のMRヘッドの性能に適合させて、高い再生出力を得ることができる。

【0014】更に、高温、例えば $400^\circ\text{C}$ 以上で加熱処理して、相互拡散を促進するとともに、分散した強磁性体の結晶粒として十分な磁化を生じる結晶構造が得られるようにすることにより、さらに高い保磁力を得ることが可能となる。上記において、強磁性膜の材料として、コバルト又はコバルトを主成分とする合金、例えば $\text{CoA Cr}_{100-\text{A}}$  (Aは90以上)、 $\text{CoA Pt}_{100-\text{A}}$  (Aは70以上又は40~50)又は $\text{CoA Sm}_{100-\text{A}}$  (Aは83.3又は89.5)を用いることができ、非磁性膜の材料として、金属、酸化物、窒化物、炭素又は炭化物を用いることができる。

【0015】更に、非磁性膜の材料としてコバルトの固溶度が5%以下である、例えば銀や銅の金属、シリコン酸化物またはジルコニウム酸化物、窒化チタン又はシリコン窒化物や、炭素や炭化物等を用いることが好ましい。また、非磁性基板の材料として、耐熱性の高い材料、例えばシリコンや炭素を用いることが適している。

【0016】

【実施例】

(1) 本発明の第1の実施例に係る磁気記録媒体の製造方法の説明

図1(a)~(c)は、本発明の第1の実施例に係る磁気記録媒体の製造方法について示す断面図である。まず、図1(a)に示すように、例えば直径2.5インチのシリコン基板(非磁性基板)11上に、スパッタにより、アルゴン圧力 $5\text{ Torr}$ 、基板温度 $20^\circ\text{C}$ 、直流電力 $0.2\text{ kW}$ 、直流バイアス電圧 $0\text{ V}$ の条件で、膜厚 $5\text{ nm}$ の銀(Ag)膜(非磁性膜)12を形成する。

【0017】次いで、銀膜12上に、スパッタにより、アルゴン圧力 $5\text{ Torr}$ 、基板温度 $20^\circ\text{C}$ 、直流電力 $0.2\text{ kW}$ 、直流バイアス電圧 $0\text{ V}$ の条件で、膜厚 $7\text{ nm}$ のコバルト(Co)膜(強磁性膜)13を形成する。次に、コバルト膜上に、スパッタにより、アルゴン圧力 $5\text{ Torr}$ 、基板温度 $20^\circ\text{C}$ 、直流電力 $0.2\text{ kW}$ 、

直流バイアス電圧0Vの条件で、膜厚5nmの銀(Ag)膜14を形成する。なお、銀膜12, 14とコバルト膜13の膜厚は、残留磁束密度(B<sub>r</sub>)と記録層の膜厚(t)の積 $t \cdot B_r$ が約100 Gauss $\cdot\mu\text{m}$ となるように決めている。

【0018】次いで、圧力 $5 \times 10^{-6}$  Torr以下の減圧雰囲気中、温度450℃の条件で、60分間の加熱処理を行う。これにより、銀膜12, 14及びコバルト膜13の酸化が防止されるとともに、図1(b)に示すように、銀とコバルトが相互に拡散して銀膜15中に大きさ数nm又は数十nmのコバルトの結晶粒13aが分散している記録層16が形成される。このとき、加熱処理の前ではコバルト膜13が連続しているので、保磁力が小さいが、加熱処理により、コバルトの結晶粒13aが記録層16中に分散するため高い保磁力が得られる。更に、加熱処理により、コバルトの結晶構造が六方最密構造(hcp構造)となれば、さらに高い保磁力が得られる。

【0019】なお、この加熱温度は非磁性膜及び強磁性膜の材料によって適宜調整することが必要である。一般に、非磁性膜や強磁性膜の材料の融点が高くなるほど、適正な加熱処理温度も高くなる傾向にある。実験によれば、加熱処理温度が400℃以上であれば、実用的な加熱処理時間の範囲で銀とコバルトの相互拡散が生じ、しかもコバルト結晶粒13aの結晶構造としてhcp構造が得易いので、400℃以上の加熱処理の温度範囲で加熱処理時間を適宜調整することができる。

【0020】次に、図1(c)に示すように、記録層15上に、スパッタにより、アルゴン圧力10mTorr, 基板温度20℃, 直流電力1kW, 直流バイアス電圧0Vの条件で、膜厚10nmの炭素(C)膜16を形成すると、磁気記録媒体が作成される。次に、上記の磁気記録媒体を用いて、ノイズパワーを測定した結果につ

いて説明する。

【0021】図2は、記録周波数に対するノイズパワー依存性について示す特性図である。横軸は線形目盛りで表した記録周波数(MHz)を示し、縦軸は任意単位で表したノイズパワーを示す。比較のため、比較例に係る磁気記録媒体のノイズパワーについても同じ特性図中に示す。比較例に係る磁気記録媒体は、図7に示す構成を有し、NiP膜を被覆したAl基板からなる非磁性基板1上に、膜厚100nmのクロム膜2と、膜厚20nmの $\text{CoCr}_{12}\text{Ta}_2$ 膜からなる記録層3と、膜厚20nmの炭素膜からなる保護層4とが順に形成されている。なお、図7の磁気記録媒体の $t \cdot B_r$ 積は約100 Gauss $\cdot\mu\text{m}$ となっている。

【0022】再生用ヘッドとしてMRヘッドを用いた。このときの周速(ヘッドと磁気記録媒体の相対速度)は10msであり、記録周波数20MHzのときの記録密度は約100(KFCI)である。図2によれば、第1の実施例に係る磁気記録媒体ではノイズパワーは記録周波数に対して殆ど変化しないが、従来例に係る磁気記録媒体ではノイズパワーは記録周波数とともに大きく変化し、記録周波数が高くなるに従って単調に増加する。

【0023】記録周波数12~13MHzを境にして、これより低い記録周波数では、比較例に係る磁気記録媒体の方がノイズパワーが小さいが、これより高い記録周波数では、第1の実施例に係る磁気記録媒体の方がノイズパワーが小さい。例えば、記録周波数20MHzでノイズパワーを比較すると、表1に示すように、比較例の場合を1とすると、第1の実施例の場合、ほぼ0.8となる。従って、第1の実施例に係る磁気記録媒体は、高い記録周波数で使用するときに有利になる。

【0024】

【表1】

非磁性層	強磁性層	ノイズパワー	非磁性層	強磁性層	ノイズパワー
Ag	Co	0.8	C	Co	0.8
Ag	Co90Cr10	0.75	C	Co90Cr10	0.75
Ag	Co80Pt20	0.8	C	Co80Pt20	0.8
Ag	Co50Pt50	0.8	C	Co50Pt50	0.8
Ag	Co80Sm20	0.8	C	Co80Sm20	0.8
Ag	Co89.5Sm10.5	0.8	C	Co89.5Sm10.5	0.8
Cu	Co	0.85	TiN	Co	0.85
Cu	Co90Cr10	0.8	TiN	Co90Cr10	0.8
Cu	Co80Pt20	0.75	TiN	Co80Pt20	0.75
Cu	Co50Pt50	0.8	TiN	Co50Pt50	0.8
Cu	Co80Sm20	0.8	TiN	Co80Sm20	0.8
Cu	Co89.5Sm10.5	0.8	TiN	Co89.5Sm10.5	0.8
SiO <sub>2</sub>	Co	0.8	SiN	Co	0.8
SiO <sub>2</sub>	Co90Cr10	0.85	SiN	Co90Cr10	0.85
SiO <sub>2</sub>	Co80Pt20	0.8	SiN	Co80Pt20	0.8
SiO <sub>2</sub>	Co50Pt50	0.8	SiN	Co50Pt50	0.8
SiO <sub>2</sub>	Co80Sm20	0.75	SiN	Co80Sm20	0.75
SiO <sub>2</sub>	Co89.5Sm10.5	0.8	SiN	Co89.5Sm10.5	0.8
ZrO <sub>2</sub>	Co	0.8	ZrO <sub>2</sub>	Co80Sm20	0.75
ZrO <sub>2</sub>	Co90Cr10	0.8	ZrO <sub>2</sub>	Co89.5Sm10.5	0.8
ZrO <sub>2</sub>	Co80Pt20	0.85			
ZrO <sub>2</sub>	Co50Pt50	0.8			

【0025】以上のように、本発明の第1の実施例に係る磁気記録媒体の製造方法においては、記録層15を形成するため、銀膜（非磁性膜）12とコバルト膜（強磁性膜）13と銀膜（非磁性膜）14とをこの順に、かつそれぞれ別々に成膜した後、加熱処理により銀膜15中にコバルト（強磁性体）の結晶粒13aを分散させている。

【0026】これにより、記録層16中でコバルトの結晶粒13a同士が相互に磁気的な影響を及ぼさない程度に離間させることができる。従って、磁気記録媒体の磁化分布を均一化して、磁気記録媒体の磁化遷移領域及びその周辺部の不均一な磁化分布に起因するノイズ特性を改善することができる。また、上記の製造方法によれば、薄い膜厚で、かつ十分な保磁力を有し、 $t \cdot B_r$ 積が100 Gauss $\cdot\mu\text{m}$ 以下となるような記録層16を形成することが可能となるので、高感度のMRヘッドの性能に適合させ、高い再生出力を得ることができる。

【0027】なお、上記第1の実施例では、非磁性膜12、14として銀膜を用いているが、銅膜を用いてもよい。また、第1の実施例に係る磁気記録媒体の形成では加熱処理が必要であり、非磁性膜12、14や強磁性膜13として用いる材料によりかなり高い温度での加熱処理が必要となる場合もあるため、非磁性基板11として耐熱性に優れたシリコン基板を用いているが、同様に耐熱性に優れた炭素基板を用いてもよい。

（2）本発明の第2の実施例に係る磁気記録媒体の製造方法の説明

図3は、本発明の第2の実施例に係る製造方法により作成された磁気記録媒体について示す断面図である。第1

の実施例と異なるところは、コバルト膜を挟む銀膜の代わりに炭素膜を用いていることである。また、記録層の最上部に炭素膜を用いているので、記録層の炭素膜と保護層とは共用されている。

【0028】図3を参照しながら第2の実施例について以下に説明する。まず、シリコン基板（非磁性基板）11上に、スパッタにより、アルゴン圧力1.0 mTorr、基板温度20℃、周波数13.56 MHzの交流電力0.2 kW、直流バイアス電圧0 Vの条件で、膜厚5 nmの炭素膜（非磁性膜）を形成する。

【0029】次いで、炭素膜上に、スパッタにより、アルゴン圧力5 mTorr、基板温度20℃、直流電力0.2 kW、直流バイアス電圧0 Vの条件で、膜厚5 nmのコバルト膜（強磁性膜）を形成する。次に、コバルト膜上に、スパッタにより、アルゴン圧力5 mTorr、基板温度20℃、周波数13.56 MHzの交流電力0.2 kW、直流バイアス電圧0 Vの条件で、膜厚7 nmの炭素膜を形成する。

【0030】次いで、真真空度 $5 \times 10^{-6}$  Torr以上の減圧雰囲気中、温度450℃の条件で、60分間の加熱処理を行う。これにより、炭素膜及びコバルト膜の酸化が防止されるとともに、炭素とコバルトが相互に拡散して炭素膜18中に大きさ数nm又は数十nmのコバルトの結晶粒13bが分散した記録層19が形成される。このとき、加熱処理の前ではコバルト膜が連続しているので、保磁力が小さいが、加熱処理により、コバルトの結晶粒13bが記録層19中に分散するため高い保磁力が得られる。更に、加熱処理により、記録層19中のコバルトの結晶構造がhcp構造になれば、更に高い保磁力が

得られる。

【0031】以上により、磁気記録媒体が作成される。この場合も、上記のようにして作成された磁気記録媒体の記録周波数20MHzでのノイズパワーは、表1に示すように、従来例のノイズパワーを1とした場合、従来例よりも低い0.8が得られた。なお、記録層19上に特に保護層を設けていないが、場合により、更に炭素膜等からなる保護層を設けてもよい。

(3) 本発明の第3の実施例に係る磁気記録媒体の説明図4は、第3の実施例に係る製造方法により作成された磁気記録媒体について示す断面図である。

【0032】第1及び第2の実施例と異なるところは、非磁性膜に挟まれる強磁性膜としてコバルト膜の代わりにC<sub>90</sub>Cr<sub>10</sub>膜を用いていることである。C<sub>90</sub>Cr<sub>10</sub>膜では、Crの存在により、Co膜と比較して強磁性体の結晶粒の結晶構造がhcp構造になり易い。これにより、高い保磁力が得やすいという特徴がある。

【0033】成膜方法は、上記第1及び第2の実施例で説明したCo膜の成膜の場合と同じである。これにより、銀膜20中にC<sub>90</sub>Cr<sub>10</sub>の結晶粒13cが分散され、相互の結晶粒13cが完全に孤立している記録層21がシリコン基板（非磁性基板）11上に形成される。この場合、記録周波数20MHzでのノイズパワーについて、表1に示すように、従来例を1とした場合、従来例よりも低い0.75が得られた。

【0034】なお、上記の第1～第3の実施例に係る磁気記録媒体では、強磁性膜13を挟む非磁性膜12、14としてCoが殆ど固溶しない銀膜や炭素膜を用いているが、他にCoが殆ど固溶しないSiO<sub>2</sub>膜、ZrO<sub>2</sub>膜、TiN膜又はSiN膜のいずれかを用いてもよい。また、強磁性膜13の材料として、CoやC<sub>90</sub>Cr<sub>10</sub>の他にCo<sub>A</sub>Pt<sub>100-A</sub>（Aは70以上又は40～50）又はCo<sub>A</sub>Sm<sub>100-A</sub>（Aは83.3又は89.5）を用いることができる。

【0035】上記の非磁性材料及び強磁性材料について、種々の組み合わせを用いた磁気記録媒体のノイズパワーの測定データについて、表1に示す。いずれも従来例のノイズパワーを1とした場合、1よりも小さくなる。

(4) 本発明の第4の実施例に係る磁気記録再生装置の説明

次に、上記の第1～第3の実施例に係る磁気記録媒体を用いた第4の実施例に係る磁気記録装置について図5

(a)～(c)を参照しながら説明する。図5(a)～(c)は、磁気記録装置の磁気記録媒体及び磁気ヘッドの部分を示す断面図である。

【0036】図5(a)は、複合型MRヘッドを示す。A部が再生用ヘッド、B部が記録用ヘッドを示し、再生用ヘッドの磁気シールドと記録用ヘッドの磁極は軟磁性層102が共用されている。図5(a)に示すように、

再生用ヘッドの部分では、磁気シールドとしての軟磁性層101、102が間隔をおいて対向し、磁気記録媒体106と対面する部分105のギャップ内に上記のMR素子が挟まれている。磁気記録媒体106からの漏洩磁界は直接MR素子に検出される。

【0037】また、記録用ヘッドの部分では、磁極としての軟磁性層102、104が間隔をおいて対向し、軟磁性層102、104間のギャップ内に軟磁性層102、104を通流する磁束を発生するコイル103が形成されている。この磁束により対面部分105のギャップから漏洩磁界を発生させて磁気記録媒体106に記録を行う。

【0038】この磁気記録装置によれば、上記実施例に係る磁気記録媒体を用いているので、高密度記録が可能で、再生出力が高く、かつノイズが小さい。図5(b)はフラックスガイドを有するインギャップ型MRヘッドを示す。同図に示すように、磁極としての軟磁性層111、114が間隔をおいて対向し、磁気記録媒体116と対面する部分115のギャップ内に上記のMR素子が挟まれ、軟磁性層111、114間のギャップ内に軟磁性層111、114を通流する磁束を発生するコイル113が形成されている。

【0039】MR素子は、腐食を避けるため、或いは磁気記録媒体との直接接触を避けるため、磁気記録媒体116との対面部分115に露出せずに、磁気ヘッドの内側に引っ込んでいる。対面部分115には、MR素子と電気的に絶縁され、磁氣的に結合されているフラックスガイド112aが露出している。磁気記録媒体116からの漏洩磁界はフラックスガイド112aに入り、MR素子に検出される。なお、MR素子の他端には、MR素子と電気的に絶縁され、かつ磁氣的に結合された別のフラックスガイド112bが形成されており、MR素子を通った磁束を軟磁性層111、114に導く。

【0040】この磁気記録装置によれば、上記実施例に係る磁気記録媒体を用いているので、高密度記録が可能で、再生出力が高く、かつノイズが小さい。図5(c)はヨークタイプMRヘッドを示す。同図に示すように、磁極としての軟磁性層121と123a及び123bが間隔をおいて対向し、軟磁性層121と軟磁性層123a及び123b間のギャップ内に軟磁性層121と軟磁性層123a及び123bを通流する磁束を発生するコイル122が形成されている。MR素子は、一方の軟磁性層123a及び123bが途切れた箇所に軟磁性層123a及び123bと電気的に絶縁され、かつ磁氣的に結合されて配置されている。コイル122で発生し、軟磁性層121と123a及び123bを通流する磁束により対面部分124のギャップから漏洩磁界を発生させて磁気記録媒体125に記録を行う。

【0041】この磁気記録装置では、上記実施例に係る磁気記録媒体を用いているので、高密度記録が可能で、再生出力が高く、かつノイズが小さい。なお、図5



(a)～(c)に示す磁気記録装置では、ともに磁気ヘッドが形成される基板や軟磁性層間の絶縁膜等は省略してある。また、本発明の実施例に係る磁気記録媒体は、上記の磁気記録装置に限らず、書込部と読出部を有する種々の磁気記録装置に用いることができる。

【0042】更に、上記の磁気記録媒体を再生専用の磁気記録装置に用いることも可能である。

【0043】

【発明の効果】本発明の磁気記録媒体の製造方法においては、記録層を形成するため、非磁性膜と強磁性膜とをそれぞれ別々に成膜した後、加熱処理により非磁性膜中に強磁性体の結晶粒を分散させている。従って、記録層中で強磁性体の結晶粒同士が相互に影響を及ぼさない程度に強磁性体の結晶粒を離間させて磁気記録媒体の磁化分布を均一化することが可能となり、磁化遷移領域及びその周辺部の不均一な磁化分布に起因するノイズ特性を改善することができる。

【0044】また、薄い膜厚で、かつ十分な保磁力を有し、残留磁束密度と膜厚の積が $100 \text{ Gauss} \cdot \mu\text{m}$ 以下となる記録層を形成することが可能となるので、高感度のMRヘッドの性能に適合させて、高い再生出力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)～(c)は、本発明の第1の実施例に係る磁気記録媒体の製造方法について示す断面図である。

【図2】図2は、本発明の第1の実施例に係る製造方法により作成された磁気記録媒体のノイズパワーの測定結果について示す特性図である。

【図3】図3は、本発明の第2の実施例に係る製造方法により作成された磁気記録媒体について示す断面図である。

【図4】図4は、本発明の第3の実施例に係る製造方法により作成された磁気記録媒体について示す断面図である。

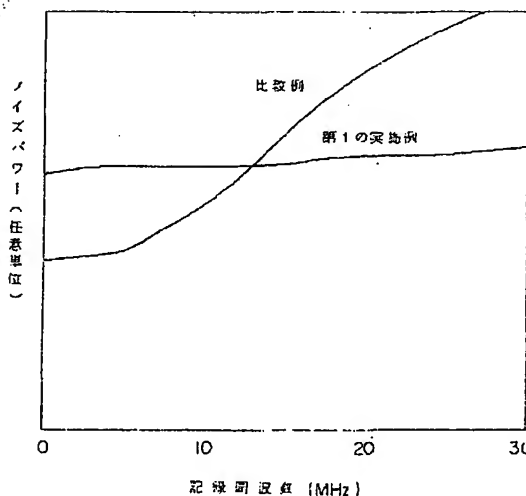
【図5】図5(a)は共用タイプのMRヘッドを示す断面図であり、図5(b)は、インギャップタイプのMRヘッドを示す断面図であり、図5(c)はヨークタイプのMRヘッドを示す断面図である。

【図6】図6は、従来例に係る製造方法により作成された磁気記録媒体について示す断面図である。

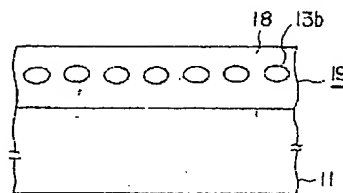
【符号の説明】

- 11 非磁性基板、
- 12, 14 非磁性膜、
- 13 強磁性膜、
- 13a～13c 結晶粒、
- 15, 20 銀膜、
- 16, 19, 21 記録層、
- 17 保護層、
- 18 炭素膜、
- 101, 102, 104, 111, 114, 121, 123a, 123b 軟磁性層、
- 103, 113, 122 コイル、
- 105, 115, 124 磁気記録媒体と対面する部分、
- 106, 116, 125 磁気記録媒体、
- 112a, 112b フラックスガイド。

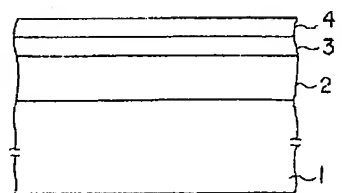
【図2】



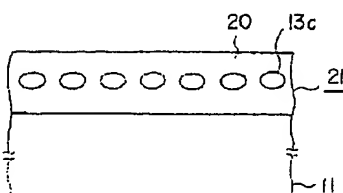
【図3】



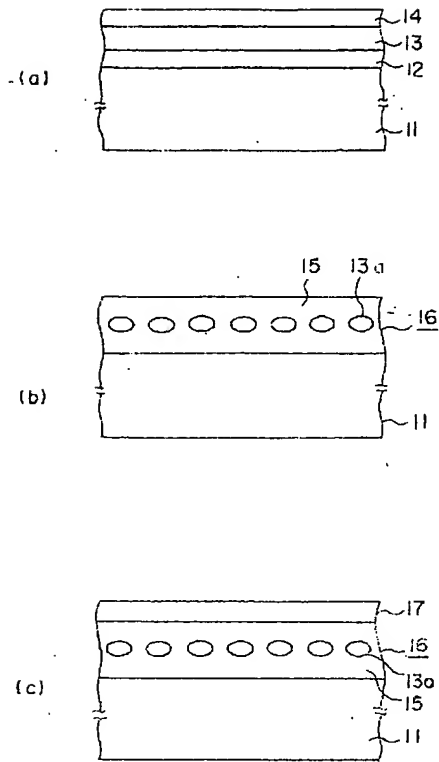
【図6】



【図4】



【図1】



【図5】

